

①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Patentschrift
⑩ DE 39 27 300 C 2

⑤① Int. Cl.⁵:
F 16 J 15/34
C 04 B 41/87

②① Aktenzeichen: P 39 27 300.8-12
②② Anmeldetag: 18. 8. 89
④③ Offenlegungstag: 22. 2. 90
④⑤ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 23. 9. 93

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

③⑩ Unionspriorität: ③② ③③ ③①
18.08.88 JP 63-205856

⑦③ Patentinhaber:
Showa Denko K.K., Tokio/Tokyo, JP; Tanken Seiko
K.K., Tokio/Tokyo, JP

⑦④ Vertreter:
Strehl, P., Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing.;
Schübel-Hopf, U., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Groening,
H., Dipl.-Ing., Pat.-Anwälte, 80538 München

⑦⑦ Erfinder:
Kagawa, Fumio, Shiojiri, Nagano, JP

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE-OS 15 42 229
DE-GM 83 01 221
JP 62-2 70 481
JP 62-1 76 970
JP 62-1 48 384
JP 63-79 775

Bergmann, W.: Werkstofftechnik, Hanser Verlag
München 1984, Teil 1, S. 385-390, S. 490;
Bever, M.B.: Encyclopedia of materials science and
engineering, Pergamon 1986;
Elektroschmelzwerk Kempten GmbH, Firmen-
prospekt ESK EKasic-Sinterkörper, 1983;

⑤④ Siliciumcarbidsinterkörper für eine mechanische Dichtung und einen solchen enthaltende mechanische
Dichtung

DE 39 27 300 C 2

DE 39 27 300 C 2

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine mechanische Dichtung, die als Dichtungsmittel für eine umlaufende Welle einer Pumpe, eines Kühlergeräts od. dgl. eingesetzt wird, insbesondere ein gleitendes Teil (Ring) einer mechanischen Dichtung, das aus einem Siliciumcarbidsinterkörper hergestellt ist.

Für gleitende Teile (z.B. einen stationären Ring oder einen umlaufenden Ring) von mechanischen Dichtungen eingesetzte Materialien schließen Kohlenstoffmaterialien ein, wie Kohlenstoffverbundkörper und harzimpregnierte Kohlenstoffkörper, Sintercarbidskörper, Siliciumcarbidsinterkörper, Aluminiumoxidsinterkörper und Siliciumnitridsinterkörper. Im verstärktem Maße werden Kombinationen aus Siliciumcarbidsinterkörperteilen mit Teilen aus anderem Kohlenstoffmaterial oder mit Teilen aus anderem Siliciumcarbidsinterkörper eingesetzt, weil Siliciumcarbidsinterkörper die Verwendung bei einem höheren PV-Grenzwert (Produkt des auf die gleitende Oberfläche ausgeübten Druckes und der Umfangsgeschwindigkeit des umlaufenden Teils) erlaubt. Ein hoher PV-Grenzwert ermöglicht eine erhöhte Leistungsfähigkeit und Minimierung der Dichtungseinrichtung und der Vorrichtung, in der sie verwendet wird. Weiterhin werden häufig da Kombinationen aus zwei Siliciumcarbidgeleitenden verwendet, wo das Problem des Teilchenverschleißes infolge der Behandlung einer Aufschlammung auftritt.

Siliciumcarbidsinterkörper haben eine hohe Härte, hohe Verschleißfestigkeit und eine Kristallstruktur mit wenigen glasartigen Korngrenzflächen. Obwohl Siliciumcarbidsinterkörper nicht selbstschmierend sind wie Kohlenstoff und hexagonales Bornitrid, haben Siliciumcarbidsinterkörper doch eine überragende Glätte und deshalb einen kleinen Reibungskoeffizienten beim Gleiten.

Wenn jedoch eine Spiegeloberfläche eines Siliciumcarbidgeleitenden mit einer Spiegeloberfläche eines anderen Siliciumcarbidgeleitenden in Kontakt kommt, treten in der Startphase (Anfangsphase) leicht Probleme auf, wie übermäßiges Geräusch (Kreischen) und gegenseitiges Haftenbleiben. Zur Lösung dieser Probleme wurde eine Verbesserung der Abmessungsgenauigkeit der Teile, der Genauigkeit der Einrichtung und der Genauigkeit der Montage vorgeschlagen. Mit Hartmaterialkontakten ist man jedoch nicht sehr vertraut, und so konnten diese Probleme nicht gelöst werden.

Wenn eine Spiegeloberfläche eines Siliciumcarbidgeleitenden in Kontakt mit einem gleitenden Teil aus einem anderen Kohlenstoffmaterial kommt, das selbstschmierend ist, treten kein übermäßiges Geräusch und kein Haftenbleiben auf, aber der Kohlenstoff wird blasig. Diese Erscheinung beginnt mit einer Blasenbildung auf der gleitenden Oberfläche des Teils aus Kohlenstoffmaterial, setzt sich mit der Bildung von Mikrorissen fort und endet mit Schneckendefekten (z.B. Absplittern). Da die Defekte Flüssigkeitslecks (Auslaufen) zur Folge haben, sind Kohlenstoffblasen ein ernstlicher Schaden bei mechanischen Dichtungen. Kohlenstoffblasen treten bei Kombinationen von Teilen aus Kohlenstoffmaterial und Teilen aus anderen Materialien, einschließlich Siliciumcarbids, auf. Es wird angenommen, daß die bei der Startphase erzeugte Reibungswärme eine abwechselnde Expansion und Kontraktion der Oberfläche des Teils aus Kohlenstoffmaterial verursacht, und dies hat Ermüdung und gleichzeitig Hitzestreßausfälle an der Oberfläche zur Folge. Als andere Faktoren nach den Kohlenstoffblasen sind (a) thermische Zersetzung des Imprägnieröls in dem Teil aus Kohlenstoffmaterial und (b) die durch die Reibungswärme hervorgerufene explosionsartige Reaktion des in den Poren des Teils aus Kohlenstoffmaterial festgehaltenen Öls zu betrachten. Kombinationen aus Kohlenstoffmaterialgleitenden und anderen Siliciumcarbidgeleitenden werden oftmals auf Gebieten angewendet, auf denen ein hoher Gleitoberflächendruck herrscht. In solchen Fällen wird das Problem der Kohlenstoffblasen infolge der Reibungswärme in der Startphase besonders gravierend.

Um das Blasenproblem in den Griff zu bekommen, sind folgende Maßnahmen vorgeschlagen worden: (a) Erhöhung der Festigkeit des Kohlenstoffmaterials; (b) Verbesserung der Montagegenauigkeit von zwei gleitenden Ringen, um sie einheitlicher in Kontakt miteinander zu bringen; (c) Einsatz einer Doppeldichtung; (d) Spülen mit einem niedrigviskosen Strömungsmittel; und (e) Dampferhitzung zur Erhöhung der Gleitflächentemperatur und Erniedrigung der Viskosität der abgedichteten Flüssigkeit. Diese Maßnahmen waren jedoch nicht ausreichend.

Auf jeden Fall besteht die wirkliche Lösung der Probleme darin, die Reibungswärme in der Startphase zu senken, und zum Senken der Reibungswärme ist vorgeschlagen worden, ein reaktionsgesintertes Siliciumcarbidsinterkörper mit einem festen Schmiermittel zu imprägnieren, wie in den japanischen ungeprüften Patentveröffentlichungen (Kokai) No. 62-1 48 384, 62-2 70 481 und 63-79 775 offenbart ist.

Außerdem wird ein Siliciumnitridsinterkörper (Ring) für eine mechanische Dichtung, bei der kein übermäßiges Geräusch (Kreischen) erzeugt wird, in der japanischen ungeprüften Patentveröffentlichung No. 62-1 76 970 vorgeschlagen. In diesem Fall ist eines von einem Paar von gleitenden Teilen (Ringen) aus einem Siliciumnitridsinterkörper hergestellt, der entweder eine Porosität von 8% bis weniger als 13% und einen durchschnittlichen Porendurchmesser von 50 bis 500 μm oder eine Porosität von 13% oder mehr und einen durchschnittlichen Porendurchmesser von 25 bis 500 μm aufweist.

Ein durch ein Reaktionssinterverfahren hergestellter und metallisches Silicium enthaltender Siliciumcarbidsinterkörper leistet weniger Widerstand und erzeugt weniger übermäßiges Geräusch als ein durch ein druckloses Sinterverfahren (bei Atmosphärendruck) hergestellter Siliciumcarbidsinterkörper. Der erstgenannte Siliciumcarbidsinterkörper hat jedoch eine geringere Korrosionsbeständigkeit und kann nicht in großem Umfang eingesetzt werden. Auch ist es zum Imprägnieren eines porösen Siliciumcarbidsinterkörpers mit einem festen oder flüssigen Schmiermittel, wie Molybdänsulfid, Graphit, Bornitrid oder Fluorkohlenstofföl, erforderlich, die Vakuumimprägnierung mehrere Male zu wiederholen, was die Produktionskosten erhöht. Kleine Poren mit einem Porendurchmesser von weniger als 50 μm können nicht innerhalb kurzer Zeit imprägniert werden, während große Poren mit einem Porendurchmesser von 50 μm oder mehr die Festigkeit und die Verschleißbe-

ständigkeit des Sinterkörpers herabsetzen.

Es war bekannt (Bergmann, Werkstofftechnik, Hanser Verlag, 1984, Teil 1, S. 385 bis 390 und Teil 2, S. 490), daß beim Sintern von keramischen Gefügen das ursprüngliche Porenvolumen von ca. 40% bis auf etwa 5 bis 10 zurückgeht und daß diese normale Restporosität je nach Material, Sinterbedingungen und Verfahren in Einzelfällen sogar vollständig beseitigt werden kann. Als Beispiel für ein keramisches Gefüge ist u. a. Siliciumcarbid angegeben.

In der DE-OS 15 42 229 werden Oxidationskatalysatoren beschrieben, die Silber, aufgetragen auf einem aus alpha-Aluminiumoxid oder Siliciumcarbid bestehenden Träger enthalten. Dieser Träger hat eine hohe Porosität von 35 bis 65% und einen Porendurchmesser, der im Bereich von 6 bis 150 μm liegen kann.

In Bever, Encyclopedia of materials science and engineering, Pergamon, 1986, S. 4403 bis 4408 werden allgemeine Bedingungen für die Herstellung von Siliciumcarbid beschrieben. Eigenschaften von Siliciumcarbidsinterkörpern, die für Dichtungsmaterialien geeignet sind, gehen jedoch aus dieser Literaturstelle nicht hervor.

Die Unterlagen des DE-GM 83 01 221 betreffen Gleitringdichtungen, die aus Siliciumcarbid bestehen können und mit einer Chromoxidbeschichtung versehen sind. Weitere Eigenschaften des Siliciumcarbids werden nicht angegeben. Der Firmenprospekt des Elektroschmelzwerks Kempten GmbH von 1983 gibt an, daß die dort beschriebenen Siliciumcarbidsintermaterialien Porositäten von maximal 2,5% aufweisen.

Aufgabe der Erfindung ist es, einen Siliciumcarbidsinterkörper für eine mechanische Dichtung anzugeben, der eine hohe Verschleiß- und Korrosionsbeständigkeit aufweist, bei dem die Festigkeit ohne Einbuße aufrechterhalten ist und bei dem gegenseitiges Haftenbleiben, Widerstand, übermäßiges Geräusch, Festfressen und Blasenbildung unterbunden sind.

Außerdem soll eine mechanische Dichtung angegeben werden, bei welcher die Zerstörung (d.h. der Verschleiß) eines Paares von gleitenden Teilen (Ring) so weit wie möglich unterbunden ist und bei welcher Flüssigkeitslecks vermieden werden.

Zur Lösung der genannten Aufgabe wurden erfindungsgemäß viele Poren aufweisende Siliciumcarbidsinterkörper unter Anwendung vielfältiger Techniken hergestellt und die Poreneigenschaften untersucht, die für die Unterbindung von Widerstand, übermäßigem Geräusch und Blasenbildung des Kohlenstoffmaterials erforderlich sind, wenn die Poren als Ölreservoir benutzt werden.

Gegenstand der Erfindung ist ein Siliciumcarbidsinterkörper für eine mechanische Dichtung mit einer Porosität von 4 bis 13 Vol.-%, der dadurch gekennzeichnet ist, daß er unabhängige geschlossene Poren mit glatt gerundeter Oberfläche aufweist, die einen durchschnittlichen Porendurchmesser von 10 bis 40 μm haben.

Die mechanische Dichtung umfaßt ein Paar aus einem stationären gleitenden Ring und einem umlaufenden gleitenden Ring. Mindestens einer dieser Ringe ist aus dem vorstehend genannten Siliciumcarbidsinterkörper hergestellt. Der andere Ring kann aus einem Material hergestellt sein, das aus der Kohlenstoffmaterialien, einschließlich Kohlenstoffverbundkörpern und harz imprägnierten Kohlenstoffkörpern, Sinterkörpern aus hochdichtem Siliciumcarbid, Gußeisen, Aluminiumoxidsinterkörpern und Sintercarbidsinterkörpern bestehenden Gruppe ausgewählt ist.

Die Erfindung wird nachstehend anhand der Erläuterung von bevorzugten Ausführungsformen unter Bezugnahme auf die beigefügte Zeichnung besser verdeutlicht.

Sie zeigt eine schematische Ansicht einer Naßsystemeinrichtung für die Messung des Reibungskoeffizienten.

Die Erfindung wird nachstehend im einzelnen erläutert.

Als Ausgangspulver für den Siliciumcarbid(SiC)-Sinterkörper können α -SiC-Pulver und β -SiC-Pulver verwendet werden, wobei jedoch α -SiC-Pulver zu bevorzugen ist.

Die Poren müssen wirksam als Flüssigkeitsreservoir dienen und einen Minstdurchmesser aufweisen, damit darin imprägnierte Flüssigkeit bei der Reibungswärme in der Startphase unter Bildung eines Flüssigkeitsfilms leicht heraustreten kann, und einen Maximaldurchmesser zum Aufrechterhalten der Wirkung des Flüssigkeitsreservoirs ohne Auslaufen innerhalb kurzer Zeit und für das Unterbinden von übermäßigem Verschleiß des anderen gleitenden Ringes haben. Deshalb haben die Poren vorzugsweise einen durchschnittlichen Durchmesser von 10 bis 40 μm , noch besser von 10 bis 30 μm . Falls der durchschnittliche Porendurchmesser kleiner als 10 μm ist, erscheint die Flüssigkeit in den Poren innerhalb kurzer Zeit bei der Startphase nicht an der Oberfläche des Sinterkörpers. Falls der durchschnittliche Porendurchmesser mehr als 40 μm beträgt, tritt bei der mechanischen Dichtung Lecken auf, und der andere gleitende Ring aus Kohlenstoffmaterial erleidet einen erheblichen Verschleiß. Wenn der durchschnittliche Porendurchmesser 30 μm überschreitet, ist die Festigkeit des Siliciumcarbidsinterkörpers etwas herabgesetzt, was Mikroabsplittern zur Folge hat. Außerdem können in dem Fall, daß der gleitende Ring aus anderem Kohlenstoffmaterial besteht, ein erhöhter Reibungskoeffizient und beschleunigter Verschleiß auftreten.

Ein Querschnitt des Siliciumcarbidsinterkörpers wurde unter einem Rasterelektronenmikroskop betrachtet, um den Porendurchmesser zu messen. Der durchschnittliche Porendurchmesser wurde auf der Basis der gemessenen Werte erhalten.

Die Porosität des Sinterkörpers muß einen Mindestwert haben, daß der Flüssigkeitsreservoirseffekt erhalten wird, und einen Maximalwert besitzen, daß die Bildung von miteinander in Verbindung stehenden Poren vermieden wird (d.h. zur Aufrechterhaltung von unabhängigen (geschlossenen) Poren). Deshalb ist es bevorzugt, die Porosität auf 4 bis 13 Vol.-%, insbesondere auf 5 bis 10 Vol.-%, festzusetzen. Im Falle einer Porosität von weniger als 4 Vol.-% weisen die Poren keinen Schmiereffekt des Flüssigkeitsreservoirs auf, und bei einer Porosität von mehr als 13 Vol.-% ist die Festigkeit des Sinterkörpers in hohem Maße herabgesetzt, und unabhängige Poren werden zu miteinander in Verbindung stehenden Poren, was Flüssigkeitslecks zur Folge hat.

Ein Siliciumcarbidsinterkörper mit einer Dichte von 95% oder mehr der theoretischen Dichte wird als "Sinterkörper aus hochdichtem Siliciumcarbid" bezeichnet.

Ein Sinterkörper aus hochdichtem Siliciumcarbid enthält gewöhnlich Poren mit einem Durchmesser von 2 μm

oder weniger bei einer Porosität von 3 Vol.-% oder weniger an den Korngrenzflächen. Solche Poren haben keine Wirkungen, die mit denen der erfindungsgemäß erzielbaren vergleichbar sind.

Poren mit einer Porosität von 5 Vol.-% erbringen eine größere Verbesserung als Poren mit einer Porosität von 4 Vol.-%. Wenn die Porosität 10 Vol.-% überschreitet, tritt, wenn der gleitende Ring aus anderem Material ein Siliciumcarbidsintergleitring ist, Mikroabsplittern auf.

Im allgemeinen ist die Porosität eines Sinterkörpers ein Volumenprozentsatz der Summe an offenen Poren und geschlossenen (unabhängigen) Poren zu dem Volumen des Sinterkörpers, und sie wird erhalten durch Berechnung auf der Basis der Sinterdichte und der Reindichte. Die Poren in dem Siliciumcarbidsinterkörper nach der Erfindung sind nahezu alle unabhängig voneinander.

Deshalb sind die geeignetsten Bereiche des durchschnittlichen Porendurchmessers und der Porosität des Siliciumnitridsinterkörpers, wie sie in der vorstehend genannten japanischen ungeprüften Patentveröffentlichung No. 62-1 76 970 offenbart sind, anders als bei dem Siliciumcarbidsinterkörper nach der Erfindung.

Wenn man die Porenform betrachtet, so müssen die Poren abgerundet sein, um Spannungskonzentrationen bei einem Hartmaterial aus einem Siliciumcarbidsinterkörper zu vermeiden. "Abgerundet" bedeutet, daß die Poren keine Kanten aufweisen, die spannungsverstärkend wirken, und eine glatt gerundete Oberfläche haben.

Die Verfahren zur Ausbildung von Poren in einem Siliciumcarbidsinterkörper können grob in zwei Gruppen eingeteilt werden: (a) Zusetzen eines kugeligen organischen Materials (einer großen Anzahl von organischen Globuliten) zu einem Gemisch aus Sinterausgangsmaterialien und Brennen der Masse zur Porenbildung durch Zersetzung und Sublimation, und (b) Hemmen der Verdichtung eines Siliciumcarbidsinterkörpers durch Verändern der Sinterbedingungen zur Porenerzeugung. In dem letzteren Fall gibt es beispielsweise Parameter, wie den Zusatz von groben Körnern (Pulver) eines Sinterrohmaterials, Verminderung der Sinterhilfsmittel, Erhöhen oder Senken der Temperaturerhöhungsrates auf die Sintertemperatur, Senken der maximalen Durchwärmtemperatur und Verkürzen der maximalen Durchwärmzeit. In diesem Fall sind die gebildeten Poren im allgemeinen weniger gerundet und neigen dazu, miteinander in Verbindung zu kommen. Da im ersteren Fall leichter mehr gerundete Poren erzeugt werden können als im letzteren Fall, ist es bevorzugt, das erstere Verfahren anzuwenden.

Das Herstellungsverfahren zur Erzeugung eines Gleitringes aus Siliciumcarbidsinterkörper umfaßt gewöhnlich die Stufen des Vermischens von Ausgangsmaterialien (Pulvern) in einer Kugelmühle unter Verwendung von Wasser; Granulieren des Gemisches durch Sprühtrocknung; und Verfestigen des Granulats zu einer Ringform mit einer kalten isotaktischen Presse oder einer Formpresse. Wenn man das Herstellungsverfahren in Betracht zieht, sollte das zuzusetzende organische Material ein solches sein, das sich nicht in Wasser löst und eine geeignete Wärmebeständigkeit aufweist, d.h. das bei der Sprühtrocknung nicht erweicht oder fließfähig wird. Vorzugsweise ist das kugelige organische Material aus einem synthetischen oder natürlichen Polymeren hergestellt, und es können durch Emulsionspolymerisation hergestellte Polystyrolperlen, Stärkoglobulite oder Papierbreiglobulite sein.

Beispiel 1

Es wurden α -Siliciumcarbidgepulver (α -SiC) mit einem durchschnittlichen Korndurchmesser von 0,45 μ m und Polystyrolperlen mit Korndurchmessern, wie sie Tabelle 1 angegeben sind, hergestellt. Dann wurden 100 Gewichtsteile des α -SiC-Pulvers, 0,8 Gewichtsteile Borcarbidgepulver (B_4C), 2,5 Gewichtsteile Rußpulver, 2,5 Gewichtsteile Polyvinylalkohol (PVA) und die Mengen an Polystyrolperlen, wie sie in Tabelle 1 angegeben sind, zur Bildung der Mischungsproben 1 bis 10 gemischt. Jeder Mischung wurde zur Bildung einer Aufschlämmung mit einer Konzentration von 40% Wasser zugesetzt, und die Aufschlämmung wurde 10 Stunden in einer Kugelmühle gerührt und dann mit einem Sprühtrockner granuliert.

Das erhaltene Granulat wurde in eine Form gegeben und bei einem Druck von 1500 bar (1,5 t/cm²) zu einem frischen Festkörper verpreßt. Der frische Festkörper wurde unter einer Argonatmosphäre bei 2050°C gesintert, um jeweils die Testprobenstücke 1 bis 10 aus Siliciumcarbidsinterkörper, wie in Tabelle 1 angegeben, zu erhalten.

Die Proben 1 bis 6 fallen unter den Bereich der Erfindung, und die Proben 7 bis 10 sind Vergleichsbeispiele. Bei Probe 7 waren keine Polystyrolperlen zugesetzt, bei Probe 8 waren kleinere Polystyrolperlen zugesetzt, bei Probe 9 waren geeignete Polystyrolperlen in überschüssiger Menge zugesetzt und bei Probe 10 waren größere Polystyrolperlen zugesetzt.

Die erhaltenen Teststückproben hatten die in Tabelle 1 angegebenen Eigenschaften. Die spezifische Schüttdichte (bulk specific gravity) wurde durch eine Wasserverdrängungs-Methode gemessen, und der durchschnittliche Porendurchmesser wurde unter Benutzung eines Rasterelektronenmikroskops gemessen. Die Porosität wurde durch Berechnung auf der Basis der theoretischen Dichte des Siliciumcarbids von 3,21 g/cm³ erhalten. Die Biegefestigkeit wurde durch eine Methode zum Prüfen der Biegefestigkeit von Hochleistungskeramiken (JIS R 1601-1981) erhalten.

Tabelle 1

Probe-Nr.	Polystyrolperlen Korndurchmesser (μm)	Menge (Gewichtsteile)	Siliciumcarbidsinterkörper Spezifische Schüttdichte	Durchschnitt- licher Poren- durchmesser (μm)	Porosität (%)	Biege- festigkeit (kg/mm^2)	
Erfindung							
1	20	7	3,06	20	5	40	10
2	20	11	2,94	20	8	30	
3	10	12	2,95	10	8	40	
4	20	19	2,80	20	13	22	
5	30	11	2,94	30	8	28	
6	40	11	2,94	40	8	25	15
Vergleichsbeispiel							
7	—	Ohne Zusatz	3,12	2	3	45	
8	5	11	2,96	5	8	38	
9	20	26	2,74	20	15	18	20
10	50	11	2,95	50	8	20	

Jede der Teststückproben wurde zu Abmessungen von 30 mm Außendurchmesser, 24 mm Innendurchmesser und 8 mm Dicke geschliffen, und die Oberfläche einer Seite (d.h. die Gleitfläche) wurde poliert, um eine Oberfläche mit einer Oberflächenrauigkeit von R_{max} von $0,05 \mu\text{m}$ zu erhalten, wodurch die Teststückproben 1 bis 10 für eine Gleitprüfung hergestellt wurden.

Wie in Fig. 1 gezeigt ist, wurde jede der Teststückproben 1 bis 10 aus Siliciumcarbidsinterkörper in einer Naßsystemeinrichtung zum Messen des Reibungskoeffizienten als eine obere Probe 1 befestigt. Die Meßeinrichtung umfaßte eine stationäre Welle 2, eine umlaufende Welle 3 und ein Wasserbad 5. Die stationäre Welle 2 war mit einem Drehmomentdetektor 6 versehen, mit einer (nicht dargestellten) Feder beaufschlagt und nahm die obere Probe 1 an ihrer Unterseite auf. Die umlaufende Welle 3 wurde durch einen (nicht dargestellten) Motor angetrieben und nahm eine untere Probe 7 mit denselben Abmessungen wie die obere Probe 1 an ihrer Oberseite auf. Das Wasserbad wurde mit Wasser gefüllt und umgab die obere und die untere Probe.

Der Reibungskoeffizient der oberen Probe 1 wurde in dem folgenden Gleittest gemessen. Die untere Probe 7 (d.h. eine solche aus einem furanharzimpregnierten Kohlenstoffring als Testkörperprobe 7 gemäß dem Vergleichsbeispiel oder Testprobe 2 gemäß der Erfindung) wurde an der Oberseite der umlaufenden Welle 3 befestigt. Die untere Probe 1 wurde mit der sich mit einer Umfangsgeschwindigkeit von 5 cm/s drehenden unteren Probe 2 in Kontakt gebracht durch Eintauchen der Probe 1 bei einem Druck (gleitender Oberflächen-
druck) von 6 kg/cm^2 in fließendem Wasser mit einer Temperatur von 17°C in dem Wasserbad 5. Das Drehmoment wurde durch den Drehmomentdetektor 6 gemessen und der Reibungskoeffizient auf der Basis des gemessenen Drehmomentwertes berechnet, wodurch die in Tabelle 2 angegebenen Ergebnisse erhalten wurden. Während des Gleittests wurde auf die Erzeugung von übermäßigem Geräusch (Kreischen) geprüft. Nach dem Gleittest wurde der Oberflächenzustand (Verschleiß, Absplittern) der oberen und der unteren Probe untersucht. Die Ergebnisse sind ebenfalls in Tabelle 2 zusammengestellt.

Tabelle 2

Obere Probe	Untere Probe	Reibungs- koeffizient	abnormales Geräusch	Oberflächenzustand
5				
	Probe			
	1	0,040	Keines	Kein Absplittern
	2	0,035	Keines	Kein Absplittern
10	3	0,038	Keines	Kein Absplittern
	4	0,030	Keines	Kein Absplittern
	5	0,035	Keines	Kein Absplittern (Schwacher Verschleiß der Kohlenstoffprobe)
15	6	0,040	Keines	Kein Absplittern (Geringer Verschleiß der Kohlenstoffprobe)
	7	0,050	Keines	Kein Absplittern
	8	0,045	Keines	Kein Absplittern
	9	0,030	Keines	Kein Absplittern (Starker Verschleiß der Kohlenstoffprobe)
20	10	0,060	Keines	Kein Absplittern (Starker Verschleiß der Kohlenstoffprobe)
	Probe			
25	1	0,060	Keines	Kein Absplittern
	2	0,050	Keines	Kein Absplittern
	3	0,055	Schwaches Geräusch	Kein Absplittern
	4	0,055	Keines	Mikroabsplittern
30	5	0,050	Keines	Mikroabsplittern
	6	0,050	Keines	Mikroabsplittern
	7	0,070	Starkes Geräusch	Kein Absplittern
	8	0,065	Geringes Geräusch	Kein Absplittern
35	9	0,040	Keines	Starkes Absplittern
	10	0,050	Keines	Starkes Absplittern
	Probe			
40	1	0,050	Keines	Kein Absplittern
	2	0,045	Keines	Kein Absplittern
	3	0,045	Keines	Kein Absplittern
	4	0,040	Keines	Mikroabsplittern
	5	0,040	Keines	Kein Absplittern
	6	0,040	Keines	Mikroabsplittern
45	7	0,050	Keines	Kein Absplittern
	8	0,050	Keines	Kein Absplittern
	9	0,045	Keines	Starkes Absplittern
	10	0,045	Keines	Starkes Absplittern

Beispiel 2

In einer Pumpenvorrichtung zum Testen einer mechanischen Dichtung wurden ein furanharzimprägnierter Kohlenstoffring als stationärer Gleitring und eines der Teststückproben 1, 7 und 10 als umlaufender Gleitring befestigt. Die Testvorrichtung (Pumpe) mit einer umlaufenden Welle von 40 mm Durchmesser wurde intermittierend betrieben, um Schweröl C bei einem Druck von 10 kg/cm und einer Drehgeschwindigkeit N von 3000 min für 15 Minuten umlaufen zu lassen, und dann wurde für 5 Minuten abgestoppt, um die Blasenbildung auf dem Kohlenstoffring zu beobachten. In diesem Fall hatte der harzimprägnierte Kohlenstoffring einen Außendurchmesser von 60 mm und einen Innendurchmesser von 41 mm.

Als die mechanische Dichtung für viskose Flüssigkeiten verwendet wurde, trat bei intermittierendem Betrieb mit häufigen Unterbrechungen und hohem PV-Wert gewöhnlich innerhalb eines relativ kurzen Zeitraums Blasenbildung des Kohlenstoffringes auf. Als jedoch die Teststückprobe 1 (Siliciumcarbidsinterkörper) nach der Erfindung in einer mechanischen Dichtung unter den vorstehend erwähnten Bedingungen verwendet wurde, trat selbst nach 100stündigem Betrieb (300 Unterbrechungen) keine Blasenbildung auf. Zu diesem Zeitpunkt betrug der Flüssigkeitsleck der mechanischen Dichtung 0,5 cm³/h. Die gleitende Oberfläche des Kohlenstoffringes zeigte einen matten Glanz.

Im Falle der mechanischen Dichtung, bei der die Testkörperprobe 7 (Sinterkörper aus hochdichtem Siliciumcarbide) gemäß dem Vergleichsbeispiel verwendet wurde, zeigten sich Lecks nach 5stündigem Betrieb (15

Unterbrechungen). Die mechanische Dichtung wurde dann zum Prüfen des umlaufenden Kohlenstoffringes zerlegt, und auf der gleitenden Oberfläche des Kohlenstoffringes wurden fünf Blasen festgestellt.

Im Falle der mechanischen Dichtung, bei der die Testkörperprobe 10 (mit einem großen durchschnittlichen Porendurchmesser) gemäß dem Vergleichsbeispiel verwendet wurde, betrug das Lecken von Flüssigkeit bei der mechanischen Dichtung nach 100stündigem Betrieb $4 \text{ cm}^3/\text{h}$. Die gleitende Oberfläche des umlaufenden Kohlenstoffringes zeigte keinen Glanz und einen starken Verschleiß.

Wie vorstehend erläutert, hat die Verwendung des Gleitringes aus Siliciumcarbidsinterkörper gemäß der Erfindung den Vorzug, daß Blasenbildung verhindert und der Verschleiß des Gleitringes aus Kohlenstoffmaterial vermindert sowie das gegenseitige Haftenbleiben, Absplittern, übermäßiges Geräusch, Widerstand und Festfressen unterbunden werden.

Patentansprüche

1. Siliciumcarbidsinterkörper für eine mechanische Dichtung mit einer Porosität von 4 bis 13 Vol.-%, dadurch gekennzeichnet, daß der Sinterkörper unabhängige geschlossene Poren mit glatt gerundeter Oberfläche aufweist, die einen durchschnittlichen Porendurchmesser von 10 bis $40 \mu\text{m}$ haben.
2. Siliciumcarbidsinterkörper nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Porosität 5 bis 10 Vol.-% beträgt.
3. Siliciumcarbidsinterkörper nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der durchschnittliche Porendurchmesser 10 bis $30 \mu\text{m}$ beträgt.
4. Siliciumcarbidsinterkörper nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Sinterkörper aus α -Siliciumcarbidgepulver hergestellt ist.
5. Mechanische Dichtung, enthaltend einen stationären Ring und einen umlaufenden Ring, dadurch gekennzeichnet, daß einer der Ringe aus dem Siliciumcarbidsinterkörper nach einem der Ansprüche 1 bis 4 hergestellt ist.
6. Mechanische Dichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß beide Ringe aus dem Siliciumcarbidsinterkörper nach Anspruch 1 hergestellt sind.
7. Mechanische Dichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß einer der Ringe aus Siliciumcarbidsinterkörper und der andere Ring aus einem Material, das aus der aus Kohlenstoffmaterial, Sinterkörpern aus hochdichtem Siliciumcarbid, Gußeisen, Aluminiumoxidsinterkörpern und Sintercarbidgekörpern bestehenden Gruppe ausgewählt ist, besteht.
8. Mechanische Dichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der andere Ring aus einem harzprägnierten Kohlenstoffkörper hergestellt ist.
9. Mechanische Dichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der andere Ring aus einem Sinterkörper aus hochdichtem Siliciumcarbid hergestellt ist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

